

## RANCANG BANGUN DAN MONITORING ZETA CONVERTER SEBAGAI PENSTABIL TEGANGAN DENGAN METODE HILL CLIMBING BERBASIS INTERNET OF THING (IOT)

One Rizky Arief Rahmawan\*, Istiyo Winarno dan Daeng Rahmatullah

Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik dan Ilmu Kelautan, Universitas Hang Tuah Surabaya  
Jl. Arief Rachman Hakim No. 150, Keputih, Sukolilo, Kota Surabaya, Jawa Timur 60111

\*Email : onerizky93@gmail.com

### Abstrak

Energi yang dihasilkan oleh wind turbine sangat bervariasi dan sangat bergantung pada kondisi kecepatan angin yang tidak tetap. Untuk mengoptimalkannya, digunakan Maximum Power Point Tracker (MPPT). Penelitian ini mengimplementasikan algoritma Hill Climbing sebagai kontroler untuk pembangkitan energi angin. Sistem dibangun menggunakan Arduino ATmega328 untuk mengekstraksi daya maksimum wind turbine. Konverter ini menggunakan zeta converter dan digunakan untuk charging baterai 12 Volt. Model kincir yang digunakan pada penelitian ini adalah Vertical Axis Wind Turbine (VAWT) dengan Permanent Magnet Synchronous Generator (PMSG). Metode Hill Climbing menggunakan pendekatan perubahan daya terhadap tegangan yang mendekati nol dengan mengubah variabel PWM pada penyulutan mosfet yang digunakan pada DC Zeta Converter. Zeta Converter merupakan salah satu jenis dari konverter buck-boost, akan tetapi memiliki kelebihan yaitu karena memiliki polaritas output yang tidak terbalik. Sehingga diharapkan pada penelitian ini, Zeta Converter yang dilengkapi dengan metode hill climbing dapat menstabilkan tegangan keluaran dari wind turbine. Sistem pemantauan yang dapat dilakukan dari jarak jauh, sistem jarak jauh akan menggunakan aplikasi internet of things (IoT). Internet of Things (IoT) adalah skenario dari suatu objek yang dapat melakukan suatu pengiriman data/informasi melalui jaringan tanpa campur tangan manusia. ESP8266 merupakan modul wifi yang berfungsi sebagai perangkat agar dapat terhubung langsung dengan wifi dan membuat koneksi TCP/IP. Modul ini membutuhkan daya sekitar 5v dengan memiliki tiga mode wifi yaitu Station, Access Point dan Both (Keduanya). Modul ini juga dilengkapi dengan prosesor, memori dan GPIO dimana jumlah pin bergantung dengan jenis ESP8266 yang digunakan.

**Kata kunci :** Generator Magnet Permanent, Hill Climbing, Internet Of Things, Zeta Converter.

### 1. PENDAHULUAN

Salah satu sumber energi alternatif yang saat ini sudah diteliti dan diaplikasikan sebagai pembangkit listrik yaitu kincir angin. Kincir angin merupakan sebuah alat yang digunakan dalam Sistem Konversi Energi Angin (SKEA). Kincir angin berfungsi merubah energi kinetik angin menjadi energi mekanik berupa putaran poros. Putaran poros tersebut kemudian digunakan untuk beberapa hal sesuai dengan kebutuhan seperti memutar dinamo atau generator untuk menghasilkan listrik. Desain dari kincir/turbin angin sangat banyak macam jenisnya, berdasarkan bentuk rotor, kincir angin dibagi menjadi dua tipe, yaitu turbin angin sumbu mendatar (*horizontal axis wind turbine*) dan turbin angin sumbu vertikal (*vertical axis wind turbine*) (Yusuf dan Chorul, 2015).

Salah satu faktor penghambat dari pemanfaatan energi angin menjadi energi listrik adalah ketidak-optimalan rancangan sistem pembangkitan listrik tenaga angin yang disebabkan oleh kecepatan angin di Indonesia relatif berubah dengan cepat sedangkan daya yang dapat diserap oleh pembangkit listrik tenaga angin responnya relatif lambat. Untuk mengatasi kelemahan tersebut, beberapa penelitian sudah dan telah dilakukan. Secara umum, berdasarkan hasil penelitian sebelumnya, untuk mengoptimalkan daya keluaran dari turbin angin, sistem pembangkit listrik tenaga angin perlu dilengkapi dengan MPPT (Muhammad dan Rifai, 2016).

Sistem pemantauan yang dapat dilakukan dari jarak jauh, sistem jarak jauh akan menggunakan aplikasi *internet of things* (IoT). *Internet of Things* (IoT) adalah skenario dari suatu objek yang dapat melakukan suatu pengiriman data/informasi melalui jaringan tanpa campur tangan manusia. Teknologi IoT telah berkembang dari konvergensi *microelectromechanical systems* (MEMS), dan Internet pada jaringan nirkabel. Sedangkan “A Things” dapat didefinisikan sebagai subjek seperti orang dengan implant jantung, hewan peternakan dengan transponder chip dan lain-lain. IoT sangat erat hubungannya dengan komunikasi mesin dengan mesin (M2M) tanpa campur tangan manusia ataupun komputer yang lebih dikenal dengan istilah cerdas (*smart*). Istilah IoT (*Internet of Things*)

mulai dikenal tahun 1999 yang saat itu disebutkan pertama kalinya dalam sebuah presentasi oleh Kevin Ashton, *cofounder and executive director of the Auto-ID Center* di MIT (Arthur, dkk, 2017).

Untuk mengembangkan penelitian sebelumnya maka telah dirancang sebuah *prototype* dan mengimplementasikannya pada sistem pembangkit listrik tenaga angin, yakni *Zeta Converter* menggunakan algoritma *Hill Climbing*, yang didapatkan hasil dari seluruh percobaan *zeta converter* menggunakan algoritma *hill climbing* dengan data angin menghasilkan tegangan keluaran rata – rata sebesar 14.08 Volt, serta telah dapat dimonitoring menggunakan *android*.

## 2. METODOLOGI

### 2.1. Generator Magnet Permanen

Desain dari generator DC magnet permanent sendiri dirancang secara khusus karena mempertimbangkan energi utama yang dikonversi adalah energi angin. Dibutuhkan rpm rendah untuk memutar generator DC magnet permanent supaya menghasilkan listrik. Fluksi magnet yang dibutuhkan untuk pembangkitan energi listrik didapat dari magnet permanent, maka generator DC tidak memerlukan proses eksitasi pembangkitan sehingga efisiensi penggunaan energi listrik untuk dimanfaatkan sebagai suplai beban sangat baik (Yusuf dan Chorul, 2016).

Bagian yang harus menjadi perhatian untuk perawatan secara rutin adalah sikat arang yang akan memendek dan harus diganti secara berkala. Komutator harus dibersihkan dari kotoran sisa sikat arang yang menempel dan serbuk arang yang mengisi celah-celah komutator, gunakan amplas halus untuk membersihkan noda bekas sikat arang (Hasyim, dkk, 2012).



**Gambar 1. Generator dc magnet permanen.**

Prinsip generator terdapat hubungan antara frekuensi dan kecepatan yang ditunjukkan dalam persamaan berikut:

$$N_s = N_r = \frac{120f}{p} \quad (1)$$

Dimana,

$N_s$  = kecepatan medan stator (rpm)

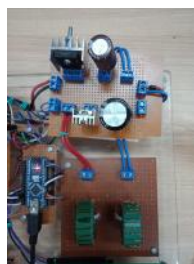
$N_r$  = kecepatan medan rotor (rpm)

$F$  = Frekuensi (Hz)

$p$  = Jumlah Kutub

### 2.2. Zeta Converter

*Zeta Converter* merupakan salah satu jenis dari konverter *buck-boost*, akan tetapi memiliki kelebihan yaitu karena memiliki polaritas *output* yang tidak terbalik. Untuk *hardware zeta converter* bisa dilihat seperti pada gambar 2. dibawah,



**Gambar 2. Hardware zeta converter.**

**Tabel 1. Nilai komponen yang digunakan**

Komponen	Nilai
Tegangan Input minimal	5 Volt
Tegangan Input maksimal	40 Volt
Tegangan Output	14 Volt
Frekuensi Switching	50 Khz
Induktor (L1)	0.3 mH
Induktor (L2)	1.16 mH
Kapasitor (C1)	35 uF
Kapasitor (C2)	19 uF

Pada konverter ini terdapat dua siklus yaitu mode saklar ON dan OFF dimana akan didapat persamaan *duty cycle* serta persamaan nilai komponen tiap konverter berdasarkan analisa rangkaian hukum Kirchhoff.

$$\left( \frac{D}{(1-D)} \right) = \frac{V_o}{V_{in}} = \frac{I_{in}}{I_o} \quad (2)$$

$$D = \frac{V_o}{V_o + V_{in}} \quad (3)$$

Sesuai dengan penurunan persamaan yang dilakukan pada analisa rangkaian, nilai komponen konverter adalah:

$$L_i = \frac{V_{in} \cdot D}{\Delta I_{L_i} \cdot f_s} \quad (4)$$

$$L_o = \frac{V_{in} \cdot D}{\Delta I_{L_o} \cdot f_s} \quad (5)$$

$$C_1 = \frac{V_{dc} \cdot D}{\Delta V_{C_1} \cdot f_s \cdot R_L} \quad (6)$$

dimana,  $V_{in}$  merupakan tegangan rata-rata (average) sumber,  $D$  adalah *duty cycle*,  $f_s$  adalah frekuensi *switching* konverter, dan  $L$  adalah beban. Untuk nilai dari kapasitor dc-link memiliki persamaan sebagai berikut:

$$C_1 = \frac{V_{dc} \cdot D}{2 \cdot \pi \cdot f \cdot \Delta V_o \cdot V_o} \quad (7)$$

dimana,  $P_o$  adalah daya yang digunakan,  $f$  adalah frekuensi line AC yang digunakan, dan  $V_o$  adalah tegangan output yang ditentukan (Adhika, dkk, 2016).

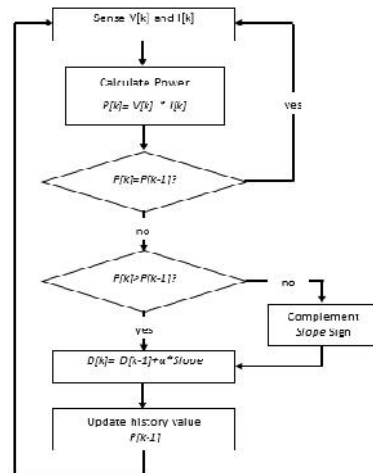
Keterangan:

- $L$  : Nilai induktor (H)
- $R$  : Nilai resistor ( )
- $F$  : Frekuensi *switching* (Hz)
- $D_{min}$  : *Duty cycle* minimal
- $D_{max}$  : *Duty cycle* maksimal
- $V_{in\_min}$  : Tegangan input minimal (V)
- $V_{in\_max}$  : Tegangan input maksimal (V)
- $V_{out}$  : Tegangan *output converter* (V)
- $C$  : Nilai kapasitor (F)
- $V_o$  : Nilai ripple tegangan (%)

### 2.3. Hill Climbing

Algoritma *Hill Climbing* merupakan salah satu metode MPPT yang sangat murah dan mudah diimplementasikan. Seperti diketahui bahwa karakteristik daya keluaran wind turbin sangat

dipengaruhi oleh kecepatan angin. Dari persoalan tersebut akan muncul beberapa kurva karakteristik sesuai dengan parameter tersebut. Dari persoalan ini diperlukan sebuah algoritma untuk mencari titik daya maksimum (MPPT) dan algoritma ini menjaga pada titik kerja tersebut. Terdapat beberapa cara untuk menjejak titik daya maksimum tersebut seperti *Perturb and Observe*, *Incremental Conductance*, *Dynamic Approach*, *Temperature Methods*, dll (Ciptian dan Riny, 2015).



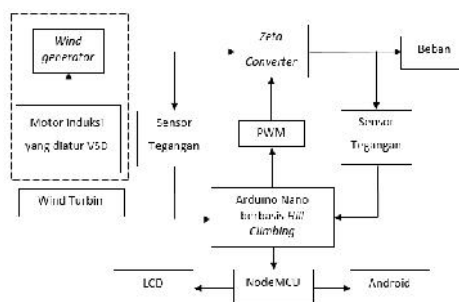
**Gambar 3. Flowchart Algoritma Hill Climbing.**

## 2.4. Internet Of Things

*Internet of Things* (IoT) adalah skenario dari suatu objek yang dapat melakukan suatu pengiriman data/informasi melalui jaringan tanpa campur tangan manusia. Teknologi IoT telah berkembang dari konvergensi *Micro Electro Mechanical Systems* (MEMS), dan Internet pada jaringan nirkabel. Sedangkan “*A Things*” dapat didefinisikan sebagai subjek seperti orang dengan implant jantung, hewan peternakan dengan transponder chip dan lain-lain. IoT sangat erat hubungannya dengan komunikasi mesin dengan mesin (M2M) tanpa campur tangan manusia ataupun komputer yang lebih dikenal dengan istilah cerdas (*smart*). Istilah IoT (*Internet of Things*) mulai dikenal tahun 1999 yang saat itu disebutkan pertama kalinya dalam sebuah presentasi oleh Kevin Ashton, *cofounder and executive director of the Auto-ID Center* di MIT [4]. NodeMCU merupakan salah satu firmware modul ESP8266 yang bersifat *open-source* dan terdapat *development kit* untuk memudahkan membangun prototipe produk *Internet of Things* (IoT) dengan menggunakan bahasa pemrograman Lua. Proses ini disebut juga sebagai *flashing firmware*. Dibutuhkan perangkat USB to UART yang dihubungkan ke modul ESP8266 untuk proses *flashing* (Harry, 2016).

## 2.5. Desain Sistem

Pada penelitian ini *wind generator* nanti akan dikopel dengan motor induksi untuk memutar generator DC Magnet Permanent sebagai pengganti turbin angin karena bila kita menggunakan turbin angin asli untuk memutar generator, data generator yang didapat kurang begitu efisien karena data yang diambil tergantung dari kondisi angin, oleh karena itu digunakan motor induksi untuk menggerakkan generator untuk mengambil data yang optimal yang dikontrol oleh *Variabel Speed Drive* (VSD) terdapat pada blok diagram perencanaan pada gambar 4, tapi sebelumnya peneliti mengambil data angin yang akan digunakan sebagai acuan (karakteristik angin) data penggerak VSD.



Gambar 4. Blok diagram perencanaan sistem.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1. Pengujian Algoritma *Hill Climbing*

Pada hasil pengujian ini, untuk mengetahui hasil menggunakan atau tanpa menggunakan algoritma *hill climbing* sebagai penstabil tegangan keluaran konverter. Pada pengujian ini dilakukan dengan pengambilan data angin menggunakan alat anemometer sebagai pembaca kecepatan angin, pengambilan data angin dilakukan dengan kurung waktu 24 jam. Kemudian data tersebut diambil sampling data per 10 menit untuk mengetahui karakteristik angin.

Tabel 2. Hasil pengujian

Kecepatan Angin (m/s)	Kecepatan Generator (RPM)	Tegangan Input (Vin)	Tegangan Referensi (Vreff)	Zeta loop (Vout)	Zeta HC (Vout)
1.88	375	8.73	14	14.29	14.16
2.05	400	9.63	14	14.37	14.07
2.22	425	10.35	14	14.23	14.11
2.4	450	11.32	14	14.22	14.02
2.56	475	12.17	14	13.72	13.93
2.74	500	12.89	14	14.39	14.08
2.91	525	13.82	14	14.29	14.18
3.08	550	14.64	14	14.31	14.12
3.25	575	15.46	14	13.76	13.97
3.43	600	16.28	14	14.16	14.07
3.59	625	16.96	14	14.18	14.13
3.76	650	17.73	14	14.27	14.18



Gambar 5. Grafik perbandingan tegangan keluaran.

Pada hasil pengujian seperti yang ditampilkan pada tabel 2. dan gambar 5. diatas, juga didapatkan tegangan rata-rata dari keluaran *zeta* tanpa *hill climbing* yaitu 14.17 Volt dan menggunakan *hill climbing* yaitu 14.08 Volt.

#### 3.2. Pengujian *Internet Of Things* (IoT)

Pada tahap pengujian *Internet Of Things* dilakukan pemrograman pembacaan data sensor tegangan melalui arduino nano, sesudah mendapatkan data kemudian konfigurasi modul nodeMCU memberikan data pada android, yang dimana nodeMCU akan terkoneksi melalui jaringan mode

*hotspot* yang terdapat pada android. Setelah modul nodeMCU dan android saling terkoneksi, maka nodeMCU dapat mengirimkan hasil pembacaan sensor tegangan yang diolah arduino nano ke *smartphone*.



**Gambar 6. Hasil pengujian IoT.**

#### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian ini didapatkan kesimpulan sebagai berikut

- a. Pada pengujian ini didapatkan kesimpulan bahwa semakin cepat putaran generator, semakin besar pula tegangan keluaran yang dihasilkan. Sehingga pada kecepatan maksimal generator dc magnet permanen menghasilkan 24.64 Volt pada kecepatan 850 rpm dijadikan 14 Volt supaya dapat digunakan pada charging *baterai/accu* ataupun penggunaan pada device lain.
- b. Hasil tegangan keluaran *zeta converter* menggunakan algoritma *hill climbing* menghasilkan tegangan keluaran rata-rata sebesar 14.08 Volt, dan tanpa algoritma *hill climbing* sebesar 14.17 Volt. Sehingga dapat disimpulkan bahwa *zeta converter* menggunakan algoritma *hill climbing* dapat menstabilkan tegangan keluaran *wind generator*.
- c. Pada sistem monitoring, peneliti menggunakan modul nodeMCU, dan akan ditampilkan pada sistem *android*. Monitoring dilakukan secara bergantian, dikarenakan input analog pada modul nodeMCU hanya ada satu input analog. Tampilan sistem monitoring berbasis *Internet Of Things* sudah berhasil dan tampilan dapat dilihat pada gambar 6. Yang merupakan hasil monitoring tegangan output *zeta converter* HC

#### DAFTAR PUSTAKA

- Adhika, P.N., Heri, S., Mochamad, A. 2016. Perancangan *Zeta Converter* yang dilengkapi *Power Factor Correction* pada Aplikasi Pengaturan Kecepatan Motor *Brushless* DC. Jurnal Teknik ITS Vol. 5, No. 2.
- Arthur, D.L., Yosef, C.S.P., Sri, W.M. 2017. Pemodelan Sistem Pelacakan Lot Parkir Kosong Berbasis Sensor *Ultrasonic* Dan *Internet Of Things* (Iot) Pada Lahan Parkir Diluar Jalan. Seminar Nasional Sains dan Teknologi 2017.
- Ciptian, W.P., Riny, S. 2015. Analisis Dan Simulasi Metode *Hill Climbing* Untuk *maximum Power Point Tracker* (Mppt) Pada *Photovoltaic* Statis. Seminar Nasional Sains dan Teknologi Terapan III 2015.
- Harry, Y., 2016. Uji Kinerja Pengiriman Data Secara *Wireless* Menggunakan Modul ESP8266 Berbasis *Rest Architecture*. Jurnal Rekayasa dan Teknologi Elektro.
- Hasyim, A., Muhammad., Aris, B. 2012. Desain Sepeda Statis Dan Generator Magnet Permanen Sebagai Penghasil Energi Listrik Terbarukan. Jurnal Emitor Vol. 14 No. 02 ISSN 1411-8890.
- Muhammad, O., dan Rifai, M.B. 2016. *Maximum Power Point Tracking* (MPPT) Pada Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Angin Menggunakan *Buck-Boost Converter* Jurnal Ilmiah SETRUM – Volume 5, No.2, p-ISSN : 2301-46.
- Yusuf, I.N., Chorul, S. 2015. Rancang Bangun Kincir Angin Pembangkit Tenaga Listrik Sumbu Vertikal *Savonius* Portabel Menggunakan Generator Magnet Permanen. Seminar Nasional Sains dan Teknologi Terapan III 2015. ISBN 978-602-98569-1-0.
- Yusuf, I.N., dan Chorul, S. 2016. Rancang Bangun Generator Magnet Permanen Untuk Pembangkit Tenaga Listrik Skala Kecil Menggunakan Kincir Angin *Savonius* Portabel. Jurnal Ilmiah SETRUM, Vol. 5, No. 2, p-ISSN: 2301-4652.